

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas. Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan. Yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia melaksanakan masing – masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan – keterbatasan yang ada.

Penjadwalan proyek meliputi urutan dan membagi waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Pendekatan yang dapat digunakan diantaranya adalah Diagram *Gantt*. Penjadwalan proyek membantu dalam :

1. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.
2. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
3. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.
4. Membantu penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya dengan cara hal-hal kritis pada proyek.

Selama proses pengendalian proyek, penjadwalan mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahannya. Proses *monitoring* serta updating selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penetapan durasinya sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek. Berikut ini adalah sumber daya proyek yang berkaitan dengan penjadwalan proyek :

1. Sumber daya manusia ini biasanya diklasifikasikan berdasarkan keahliannya terkait dengan proyek. Contohnya, *programmer*, *engineer* mesin, tukang les, pengawas, direktur pemasaran dll.
2. Material Proyek mencakup spektrum luas : misalnya bahan-bahan kimia untuk proyek ilmiah, pondasi untuk proyek konstruksi. survei data untuk pemasaran, dll.
3. Peralatan, yang biasanya digunakan untuk menunjukkan tipe, ukuran dan jumlahnya, dalam beberapa kasus, peralatan dapat ditukar tempatkan untuk perbaikan jadwal, tetapi tidak selalu. Peralatan sering dianggap sebagai pembatas. Kesalahan yang paling sering adalah asumsi adanya sumber daya berlebih dalam proyek.
4. Modal Kerja, dalam situasi proyek tertentu seperti konstruksi, modal kerja diperlukan sebagai sumber daya karena jumlahnya yang terbatas. Jika modal kerja sudah tersedia, manajer proyek dapat bekerja pada beberapa pekerjaan secara bersamaan.

Berkaitan dengan faktor ketersediaan sumber daya, hal lain yang perlu diperhatikan adalah fluktuasi penggunaan tenaga kerja dan peralatan, untuk menghindari kebutuhan yang naik dan turun secara tajam, adalah dengan mengadakan pemerataan sumber daya. Dalam penerapannya, metode penjadwalan *resources* dapat dilakukan melalui metode *Trial and Error* dan komputerisasi (Tjolia, 1990).

## **2.2 Perkembangan Penjadwalan Proyek**

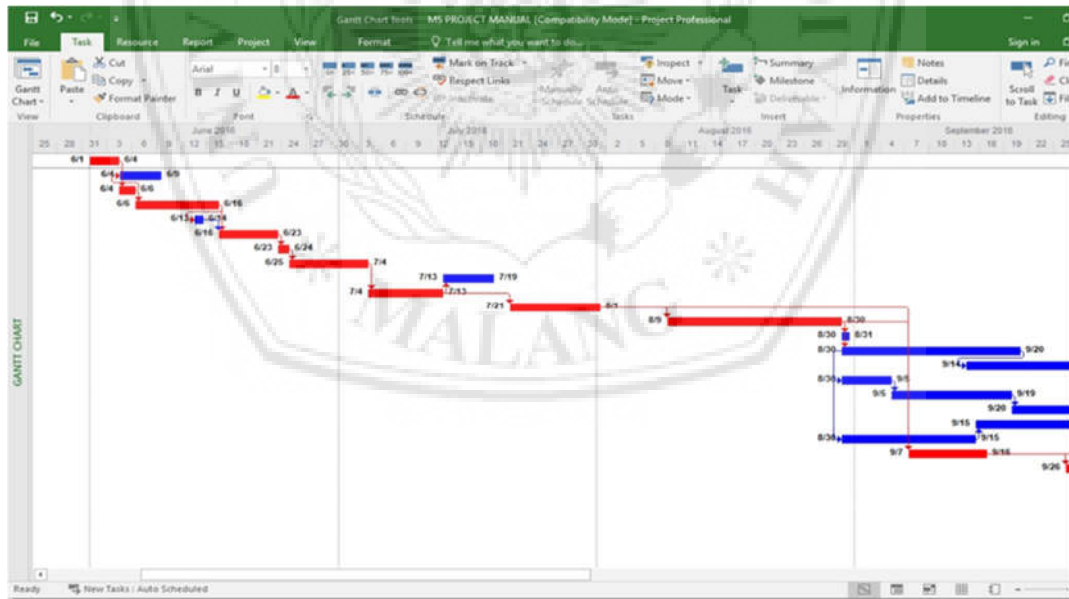
Diperkenalkannya diagram batang adalah untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam perencanaan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu selesai dan waktu pelaporan. Network analysis sebenarnya adalah perbaikan dari metode diagram batang. Metode tersebut menyajikan secara jelas hubungan ketergantungan antara bagian kegiatan dengan kegiatan lain, dan kegiatan yang tidak perlu tergesa-gesa. Metode Network analysis tersebut mengalami penyempurnaan secara bertahap, yaitu PERT, CPM, PDM dan terakhir penjadwalan dengan komputer.

### 2.2.1 Bar Chart

Bar chart atau lebih dikenal di Indonesia sebagai diagram batang mula-mula dipakai dan diperkenalkan oleh Hendri Lawrence Gantt pada tahun 1917. Metode tersebut bertujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan untuk merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan waktu pelaporan.

Penggambaran bar chart terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom terdapat urutan kegiatan yang disusun secara bergantian. Baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa jam, hari, minggu ataupun bulan. Penggambaran bar (batang) pada setiap baris kegiatan akan menunjukkan waktu mulai dan waktu selesainya kegiatan.

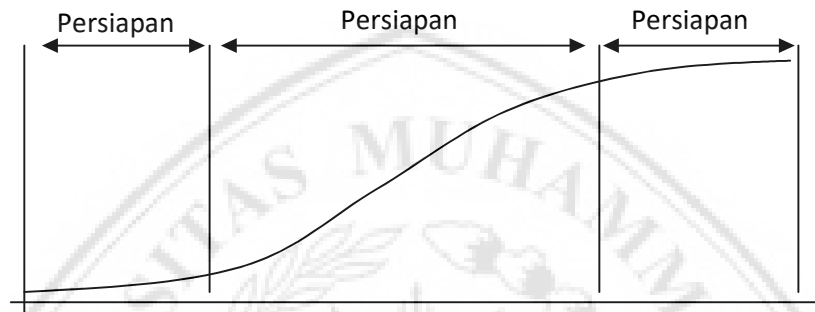
Masing-masing garis menunjukkan awal sampai dengan akhir waktu penyelesaian suatu pekerjaan dari serangkaian pekerjaan yang ada di suatu proyek. Karena pembuatan dan penampilan informasinya sederhana dan hanya menyampaikan dimensi waktu dari masing-masing kegiatannya, maka bar chart lebih tepat menjadi alat komunikasi untuk melukiskan kemajuan pelaksanaan proyek kepada manajemen senior.



**Gambar 2.1.** Gantt Chart atau Bar Chart pada Microsoft Project Professional 2016  
Sumber : hasil analisis pengolahan data peneliti

### 2.2.2 Kurva S

Pada proyek yang tidak banyak kegiatannya, metode bar chart sering digunakan. Penggunaannya digabungkan dengan kurva S sebagai pemantauan biaya. Disebut kurva S karena bentuknya yang menyerupai huruf S. hal tersebut terjadi karena pada awal proyek (kegiatan persiapan) besarnya kegiatan yang dikeluarkan per satuan waktu cenderung rendah, kemudian meningkat cepat pada pertengahan proyek (kegiatan konstruksi), dan menurun rendah kembali pada akhir proyek (penyelesaian akhir).



**Gambar 2.2.** Kurva S

Sumber : Buku Prinsip – prinsip Network Planning, 1995

Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif terhadap sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang tidak dikerluarkan oleh proyek. Pembandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun dapat lebih dari yang direncanakan. Bobot kegiatan adalah nilai persentase proyek dimana penggunaannya dipakai untuk mengetahui kemajuan prouek tersebut.

$$\text{Rumus bobot kegiatan} = \frac{\text{Harga kegiatan}}{\text{Harga total kegiatan}} \times 100 \%$$

Keunggulan penggunaan bar chart pada system penjadwalan adalah mudahnya dibaca dan dimengerti oleh seluruh level baik pelaksana sampai manajer karena bentuk grafisnya yang sangat sederhana. Pada awal proyek di mana banyak terjadi perubahan-perubahan rencana, bar chart sangat cocok digunakan karena pada proses pembuatannya sangat mungkin dilakukan revisi berkali-kali.

Kelemahan bar chart terletak pada kurangnya penjelasan akan keterkaitan antar kegiatan, dan tidak dapat secara langsung memberikan informasi mengenai akibat-akibat yang akan terjadi bila ada suatu perubahan. Walaupun memiliki kelemahan, bar chart tetap merupakan suatu penjadwalan proyek yang baik.

### **2.2.3 Program Evaluation and Review Technique (PERT)**

Metode PERT dikembangkan oleh *Navy Special Project Office* yaitu biro proyek khusus angkatan laut Amerika Serikat pada tahun 1957 dalam proyek pengembangan *Polaris Missile System*. Teknik ini mampu mereduksi waktu selama dua tahun dalam pengembangan sistem senjata tersebut dan sejak itu mulai digunakan secara luas. Dalam pembahasan selanjutnya diasumsikan pembaca telah memahami CPM, karena komputasi dari teknik ini identik seperti dalam CPM.

PERT mempunyai banyak kesamaan dengan CPM dan PDM. Seperti dalam CPM, PERT menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow* (AOA), yang berarti bahwa *arrow* digunakan untuk menggambarkan kegiatan sedangkan *node* menggambarkan *event*. PERT tidak seperti dalam CPM dan PDM, tetapi berorientasi pada *event* (*event-oriented technique*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kejadian (*event times*). Sedangkan CPM dan PDM berorientasi pada waktu kegiatan (*task-oriented*) yang berarti bahwa komputasi dilakukan terhadap waktu kegiatan (*task times*). PERT pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian kegiatan yang digambarkan dalam bentuk diagram *network*. Dengan demikian dapat diketahui bagian-bagian kegiatan mana yang harus didahulukan dan kegiatan mana yang menunggu selesainya pekerjaan. Metode PERT dapat digunakan untuk memperkirakan durasi suatu proyek dan memungkinkan melakukan komputasi nilai probabilitas dari sebuah kegiatan atau proyek secara keseluruhan.

#### **1. Estimasi Durasi Kegiatan**

Dalam metode PERTI diketahui tiga buah estimasi durasi setiap kegiatan, sedangkan dalam metode CPM dan PDM hanya diperoleh satu estimasi durasi. Ketiga estimasi durasi tersebut adalah:

- a. Optimistic estimate ( $t_0$ ) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik. Dapat digambarkan di sini jika seseorang melakukan suatu kegiatan berulang sebanyak 100 kali, maka dapat dipastikan durasi yang dibutuhkan.
- b. Pessimistic estimate ( $t_p$ ) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya dalam kondisi buruk (tidak mendukung).
- c. Most likely estimate ( $t_m$ ), adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan di antara *optimistic estimate* dan *pessimistic estimate* atau dikenal dengan *median duration*.

## 2. Durasi Efektif Kegiatan

Karena terdapat tiga buah waktu dalam setiap kegiatannya, maka diperlukan komputasi untuk mendapatkan durasi efektif dari setiap kegiatan ( $t_e$ ). Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$t_e = (t_0 + 4 t_m + t_p) / 6$$

## 3. Standar Deviasi Kegiatan

Perhitungan standar deviasi dari setiap kegiatan diperlukan untuk menghitung varian dari kegiatan. Perhitungan didasarkan pada formula sebagai berikut :

$$d = (t_p - t_0) / 6$$

## 4. Varian Kegiatan (V)

Varian ini merupakan jumlah dari varian kegiatan yang mendahului kejadian, formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$v = d^2$$

## 5. Varian Kejadian (Event)

Varian ini merupakan jumlah dari varian kegiatan yang mendahului kejadian, formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = \sum v_{cp}$$

#### 6. Deviasi Kejadian (Event)

Kegunaan melakukan perhitungan dari deviasi kejadian adalah untuk menghitung probabilitas kejadian nyata terhadap suatu angka tertentu, perhitungannya mengikuti formula sebagai berikut:

$$D = \sqrt{V}$$

#### 7. Distribusi Normal

Distribusi normal adalah jenis distribusi yang digambarkan berupa kurva berbentuk lonceng setangkup, yang melebar tak berhingga pada kedua arah positif dan negatifnya. Penggunaannya sama dengan penggunaan kurva distribusi lainnya. Frekuensi relatif suatu variabel yang mengambil nilai antara dua titik adalah luas di bawah kurva antara dua titik itu pada sumbu datar. Tidak semua distribusi berbentuk lonceng setangkup merupakan distribusi normal.

Untuk membuat jaringan kerja kita harus mengetahui semua kegiatan yang terjadi pada suatu proyek, waktu (durasi) setiap kegiatan, dan ketergantungan antar kegiatan (kegiatan pendahulu/predecessors dan kegiatan pengikut/successors). Urutan-urutan logis seluruh proyek harus diketahui dengan baik. Setiap kegiatan harus diketahui kegiatan pendahulu serta kegiatan pengikutnya. Dengan demikian jaringan kerja dapat terbentuk dari awal proyek sampai dengan akhir proyek.

Dibandingkan dengan bar chart, metode PERT memiliki beberapa keunggulan, yaitu berupa hubungan ketergantungan kegiatan yang logis sehingga memungkinkan proyek dapat dikendalikan dan dikerjakan dengan prosedur yang jelas. Apabila ada suatu proyek yang terganggu, maka kita dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kegiatan yang lain.

Walaupun metode tersebut memiliki keunggulan akan tetapi metode tersebut juga memiliki kelemahan. Kelemahannya terletak pada cara pembacaan, tidak semua level manajemen dapat membaca/memahami dan dapat mengetahui kegiatan mana yang memerlukan perhatian penuh agar proyek tersebut dapat selesai rencana.

#### 2.2.4 Critical Path Methode (CPM)

Pada tahun 1958, perusahaan bahan-bahan kimia Du Pon Company (USA) memecahkan kesulitan-kesulitan dalam proses fabrikasi dengan menemukan metode *Critical Path Methode* (CPM). Perbedaan mendasar antara metode ini dengan PERT adalah dalam penentuan perkiraan waktu, CPM dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapat perhatian pengawasan yang cermat agar kegiatan dapat selesai sesuai rencana. *Critical Path Method* (CPM) adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan/aktivitas-aktivitas ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total.

*Critical path* sebuah proyek adalah deretan aktivitas yang menentukan waktu tercepat yang mungkin agar proyek dapat diselesaikan. *Critical path* adalah jalur terpanjang dalam network diagram dan mempunyai kesalahan paling sedikit.

Metode tersebut lebih dikenal dengan istilah lintasan kritis. Lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan yang tingkat kepekaannya tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan.

Metode tersebut memiliki istilah-istilah dan symbol-simbol yang sedikit berbeda dengan PERT, yaitu :

1. E (earliest event occurrence time) : Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa.
2. L (Latest event occurrence time): Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.
3. ES (earliest activity start time): Waktu Mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
4. EF (earliest activity finish time): Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan. EF suatu kegiatan terdahulu = ES kegiatan berikutnya.
5. LS (latest activity start time): Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek.
6. Tanda (simbol)



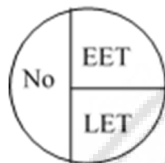
Anak panah (*arrow*), kegiatan (*activity*), *job* Ada tiga jenis anak panah :

—————▶ Anak panah biasa menunjukkan suatu kegiatan yang dapat dikerjakan secara manual.

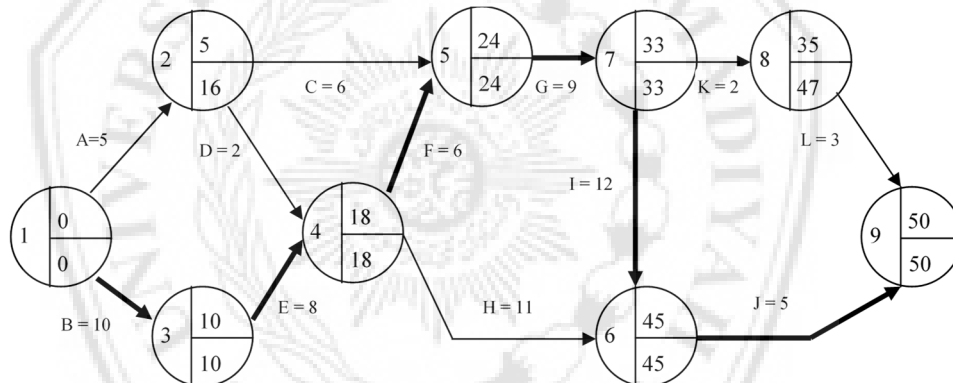
—————▶ Anak panah tebal menunjukkan suatu kegiatan yang harus menjadi perhatian (kritis).

-----▶ Anak panah putus-putus menunjukkan kegiatan semu (*dummy activity*).

7. Lingkaran kecil (node), kegiatan/peristiwa event.



Pada node CPM terbagi tiga bagian yang terdiri dari nomor node, EET (*Earlies Event Time*), dan LET (*Latest Event Time*).



**Gambar 2.3.** Contoh metode CPM  
Sumber : Buku Prinsip – prinsip Network Planning, 1995

Adapun teknik menghitung *Critical Path Method* adalah sebagai berikut :

#### 1. Hitungan Maju (*Forward Pass*)

Dimulai dari *Start (initial event)* menuju *Finish (terminal event)* untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E).

Aturan Hitungan Maju (*Forward Pass*) adalah sebagai berikut :

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (predecessor) telah selesai.

- b. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah dengan kurun waktu kegiatan yang mendahuluinya.

$$EF(i-j) = ES(i-j) + t(i-j)$$

- c. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

## 2. Hitungan Mundur (*Backward Pass*)

Dimulai dari Finish menuju Start untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L). Aturan Hitungan Mundur (Backward Pass) adalah sebagai berikut :

- a. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan.

$$LS(i-j) = LF(i-j) - t$$

- b. Apabila suatu kegiatan terpecah menjadi 2 kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

CPM tidak jauh berbeda dengan PERT, akan tetapi CPM lebih baik karena CPM dapat mengontrol keterlambatan kegiatan. Seperti halnya PERT, CPM memiliki kelemahan pada cara pembacaan bagi level manajemen tingkat bawah. Masih banyak penjadwalan yang menggunakan dummy yang sering membingungkan pembacaan. Selain itu juga CPM masih menggunakan aturan ketergantungan kegiatan selesai mulai, artinya suatu kegiatan harus selesai terlebih dahulu baru kemudian dapat dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya.

### 2.2.5 Precedence Diagram Method (PDM)

Metode Preseden Diagram (PDM) diperkenalkan oleh J.W.Fondahl dari Universitas Stanford USA pada awal dekade 60-an. Selanjutnya dikembangkan oleh perusahaan IBM. Bila CPM dan PERT digambarkan sebagai kegiatan anak panah atau *activity on arrow* (AOA), maka pada PDM adalah kegiatan pada node atau *activity on node* (AON). PDM adalah jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan tidak memerlukan kegiatan semu (*dummy*). Pada PDM sebuah kegiatan baru dapat dimulai tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara tumpang tindih (*overlapping*).

PDM metode yang digunakan adalah *Activity on Node* (AON) di mana tanda panah hanya menyatakan keterkaitan antara kegiatan. Kegiatan dari peristiwa pada PDM ditulis dalam bentuk node yang berbentuk kotak segi empat.

Nomor Urut				No. & Nama Kegiatan		No. & Pekerjaan		
ES	Nama kegiatan	Waktu Penyelesaian (D)	ES	ES/LS	FF	ES	Nama kegiatan	EF
				EF/LF	TF	EF		LF
L	Nama kegiatan	Waktu Penyelesaian	L	Waktu Penyelesaian (D)				
S			F					

**Gambar 2.4.** Contoh node PDM

Sumber : Buku Prinsip – prinsip Network Planning, 1995

Notasi yang digunakan dalam node kegiatan PDM yaitu :

1. Durasi (D) adalah waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan
2. *Earliest Start* (ES) adalah saat paling cepat kegiatan tersebut dilaksanakan
3. *Earliest Finish* (EF) adalah saat paling cepat kegiatan tersebut diselesaikan
4. *Latest Start* (LS) adalah saat paling lambat kegiatan tersebut dilaksanakan
5. *Latest Finish* (LF) adalah saat paling lambat kegiatan tersebut diselesaikan
6. *Free Float* (FF) adalah jumlah waktu tunda atau memperpanjang waktu kegiatan tanpa mempengaruhi waktu awal kegiatan berikutnya
7. *Total Float* (TF) adalah jumlah waktu tunda atau memperpanjang waktu kegiatan tanpa memperhitungkan akhir proyek.

Rumus :

$$EF = ES + D$$

$$LS = LF - D$$

$$FF = ES(i) - EF(j)$$

$$TF = LF - EF$$

Pada PDM sebuah kegiatan dapat dikerjakan tanpa menunggu kegiatan pendahulunya selesai 100%, hal tersebut dapat dilakukan dengan cara tumpang tindih (*overlapping*). Walaupun penggunaan PDM lebih logis dibandingkan dengan metode yang lainnya, akan tetapi penggambaran masih dalam bentuk network yang hanya dapat dibaca/dimengerti oleh level manajemen tertentu saja. Penggunaan PDM saat ini sudah sangat populer, terutama perhitungannya yang sekarang telah dikomputerisasikan.

#### 2.2.6 Metode *Burgess*

Digunakan untuk peralatan pemakaian fasilitas/tenaga kerja. Prinsip pemerataan pemakaian fasilitas/tenaga kerja berdasarkan minimum jumlah kuadrat pemakaian tenaga kerja. Dengan menentukan nilai jumlah kuadrat ( $Z$ ) dari tenaga kerja yang akan dianalisis. Semakin kecil nilai  $Z$  maka fluktuasi yang timbul pada kebutuhan sumber daya akan semakin kecil. Dengan mengetahui alokasi jumlah kebutuhan sumber daya, dapat dihitung besar nilai  $Z$  dengan rumus :

$$\sum_{i=1}^T Y_i^2$$

dimana :

$Z$  = jumlah kuadrat suatu periode waktu  $i$

$T$  = durasi proyek

$Y_i$  = jumlah dari sumber daya yang diperlukan dari setiap kegiatan per unit waktu

Pada langkah ini akan dilakukan sistem *reverse late start* dimana kegiatan nonkritis dengan waktu mulai paling akhir (*late start/ LS*) akan ditempatkan pada tempat pertama. Setelah itu, hitung jumlah kuadrat setelah dilakukan penundaan kegiatan untuk setiap unit waktu sesuai dengan jumlah *float* kegiatan tersebut. Perhitungan ini dilakukan secara berulang – ulang hingga setiap kegiatan nonkritis dengan sistem *reverse late start* telah dianalisis semua.

Prosedur perataan *Burgess* :

1. a. Pemberian nomor lingkaran kejadian dan pemberian kode kegiatan dimulai dari kiri ke kanan. Tuliskan semua *total float* dan *free float* untuk tiap kegiatan setelah diisikan waktu pengerjaan, saat mulai dan akhir pelaksanaan kegiatan. Bila ada kegiatan yang telah dijadwalkan tetapi dalam keadaan kritis, maka kegiatan tersebut memiliki float = 0. Pada diagram semua kegiatan dituliskan pada waktu pelaksanaan paling cepat (EST).
- b. Buatlah suatu daftar kegiatan yang disusun menurut urutan pengerjaannya yaitu kegiatan yang harus dilaksanakan terlebih dahulu akan berada di atas kegiatan yang mengikutinya. Dalam daftar tersebut dilampirkan data-data mengenai kegiatan yang mendahului (lebih lengkap ditambahkan data untuk kegiatan berikutnya), waktu pengerjaan, kebutuhan tenaga kerja, waktu paling awal dari mulai dan akhir kegiatan (EST dan EFT), *float* yang dimiliki serta kolom untuk pencatatan jadwal pelaksanaan yang ditetapkan sebagai hasil perataan nanti.
- c. Kemudian gambar *bar chart* kegiatan disertai dengan daftar yang menggambarkan penjadwalan tiap kegiatan seawal mungkin, serta tiap *float* yang dimilikinya. Penggambaran *bar chart* sebaiknya disarankan dilakukan sedemikian rupa sehingga memungkinkan perubahan/pergeseran *bar* dengan mudah, misalnya menggambarkan *bar chart* dengan pensil yang dapat digeser-geser (*portable*). Misalnya dibuat

pada karton dengan menggunakan *bar* yang dibuat dari plat tipis yang dapat digeser.

2. a. Dimulai dari kegiatan akhir (dalam daftar kegiatan paling bawah) dibuat jadwal pelaksanaannya sedemikian rupa sehingga menghasilkan jumlah kuadrat yang minimum dari penggunaan tenaga kerja dalam batas-batas *float* yang ada. Bila terdapat beberapa alternatif penjadwalan yang memberikan jumlah kuadrat yang sama maka pilihlah penjadwalan yang kegiatannya dimulai selambat mungkin (LST). Kegiatan itu dimulai selambat mungkin agar diperoleh *float* semaksimal mungkin untuk kegiatan sebelumnya.
- b. Setelah ditentukan penjadwalan kegiatan yang langsung mendahuluinya, berikan tanda pada *bar chart* dari kegiatan yang langsung mendahuluinya, ini berarti bahwa kegiatan yang mendahului itu harus sudah selesai dilaksanakan pada waktu kegiatan yang ditentukan penjadwalannya dimulai. Waktu longgar (*float*) dari kegiatan yang mendahului mungkin menjadi lebih kecil (terbatas dengan ditentukannya jadwal dari kegiatan yang mengikutinya).
3. Dianggap penjadwalan kegiatan yang terakhir (pada poin 2a) sudah fix (tetap). Kemudian lakukanlah penjadwalan kegiatan yang di atasnya dengan cara yang sama agar diperoleh jumlah kuadrat kebutuhan tenaga kerja yang lebih minimum. Demikian seterusnya, langkah-langkah pada poin 2 dan 3 dilakukan terhadap kegiatankegiatan di atasnya (pada daftar) dan berakhir pada kegiatan pertama hingga seluruh kegiatan sudah ditentukan jadwalnya. Dengan demikian proses perataan untuk siklus pertama telah selesai.
4. Ulangi langkah-langkah pada poin 2 hingga 3 sehingga didapat proses re-scheduling untuk siklus ke dua, ke tiga dan seterusnya sehingga diperoleh jumlah kuadrat kebutuhan tenaga kerja yang paling minimum. Hingga tidak diperoleh pengurangan jumlah kuadrat lagi.

5. Untuk memperoleh penjadwalan yang lebih sesuai terhadap factor-faktor pembatas lain yang belum dimasukkan dalam t kebutuhan tenaga kerja yang lebih minimum. Demikian seterusnya, langkah-langkah pada poin 2 dan 3 dilakukan terhadap kegiatan-kegiatan di atasnya (pada daftar) dan berakhir pada kegiatan pertama hingga seluruh kegiatan sudah ditentukan jadwalnya. Dengan demikian proses perataan untuk siklus pertama telah selesai.
6. Ulangi langkah-langkah pada poin 2 hingga 3 sehingga didapat proses *re-scheduling* untuk siklus ke dua, ke tiga dan seterusnya sehingga diperoleh jumlah kuadrat kebutuhan tenaga kerja yang paling minimum. Hingga tidak diperoleh pengurangan jumlah kuadrat lagi.
7. Untuk memperoleh penjadwalan yang lebih sesuai terhadap factor-faktor pembatas lain yang belum dimasukkan dalam pertimbangan dari prosedur di muka, bila perlu lakukan perubahan-perubahan 2 dari penjadwalan hingga diperoleh keadaan yang lebih optimal.

### **2.3 Alokasi Sumber Daya**

Perencanaan/penjadwalan waktu proyek dan keberhasilan pelaksanaannya ditentukan oleh perencanaan alokasi ketersediaan sumber daya (resources) proyek.

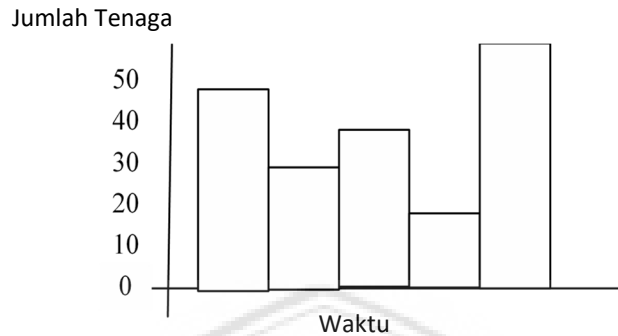
Perencanaan tersebut meliputi :

1. Perencanaan penyediaan dan alokasi tenaga kerja (SDM)
2. Perencanaan penyediaan material
3. Perencanaan penyediaan peralatan
4. Perencanaan penyediaan dan alokasi dana / keuangan (*Cash Flow*)

Dalam penelitian ini secara lebih khusus pembahasan diarahkan pada perencanaan penyediaan dan alokasi tenaga kerja. Dalam suatu proyek, tenaga kerja yang digunakan memiliki porsi biaya yang terbesar. Oleh karena itu, sudah merupakan keharusan bagi seseorang pimpinan atau manajer proyek untuk memerhatikan dengan cermat hal tersebut agar tidak terjadi pemborosan.

Setelah selesai menyusun jadwal seringkali hasil yang didapatkan jauh dari memuaskan. Padahal jadwal yang baik adalah jadwal yang kegiatannya tersusun

dengan ketergantungan yang baik dan memiliki jadwal sumber daya yang baik pula. Contoh berikut adalah grafik sumber daya yang kurang baik :



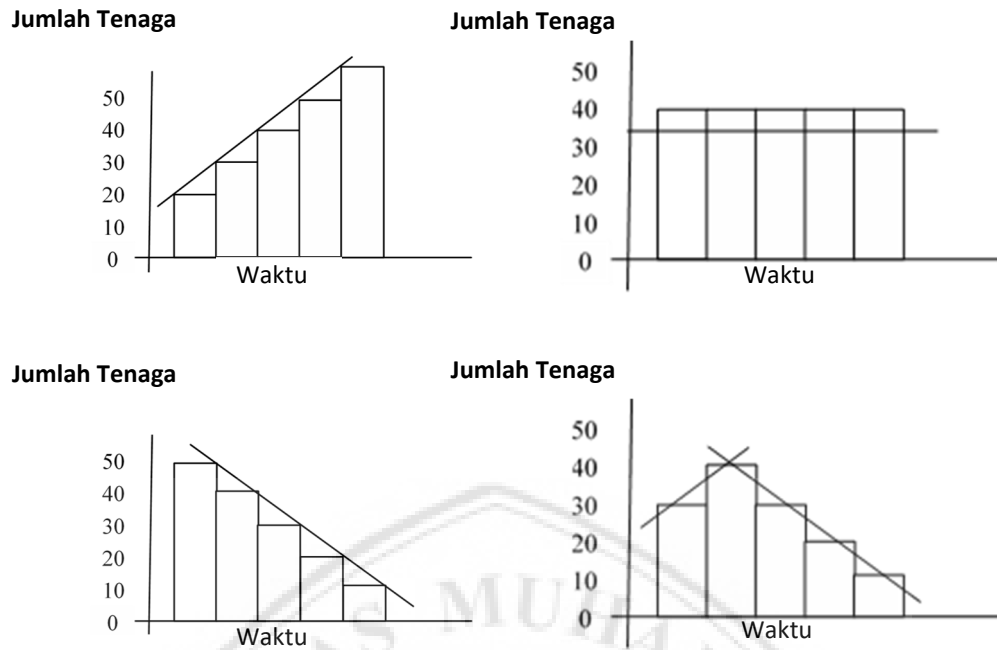
**Gambar 2.5.** Grafik Sumber Daya  
Sumber : Buku Prinsip – prinsip Network Planning, 1995

Dikatakan tidak baik karena pada periode pertama kebutuhan akan tenaga kerjanya besar yaitu 50 orang. Namun, pada periode kedua, kebutuhannya sedikit yaitu 30. Dengan demikian, ada kelebihan sumber daya sebanyak 20 orang. Untuk menghindari pemborosan biaya tenaga, kelebihan pada periode pertama diberhentikan karena tidak mungkin tidak bekerja tapi tetap dibayar. Namun pada periode ketiga kembali kebutuhan tenaganya meningkat. Tentu saja hal tersebut tidak dapat dibenarkan karena tenaga kerja yang telah diberhentikan belum tentu mau bekerja kembali atau mungkin sudah bekerja ditempat lain sehingga terjadi kekurangan sumber daya (kebutuhan 40 orang yang tersedia pada periode sebelumnya sebanyak 30).

Kondisi sumber daya yang naik turun atau fluktuasi tersebut tidak menguntungkan. Dengan kondisi demikian, perusahaan hanya memiliki dua pilihan, yaitu memindahkan tenaga kerja kelebihan tersebut ke proyek lain yang membutuhkannya atau menanggung kerugian karena tetap membayar tenaga kerja tersebut selama tanpa tugas.

Grafik yang terbaik adalah apabila jumlah tenaga kerja meningkat dari awal proyek atau rata atau banyak, kemudian sedikit demi sedikit kemudian meningkat, dan kembali sedikit sampai akhir proyek. Seperti grafik-grafik ideal berikut ini :





**Gambar 2.6.** Grafik –grafik ideal Sumber Daya Tenaga Kerja  
Sumber : Buku Prinsip – prinsip Network Planning, 1995

## 2.4 Resource Leveling

### 2.4.1 Definisi Resource Leveling

Menurut *Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guides)*, pemerataan sumber daya atau *resource leveling* ialah teknik dimana tanggal mulai dan selesai suatu proyek disesuaikan berdasarkan sumber daya yang dibatasi, bertujuan untuk menyeimbangkan permintaan sumber daya dengan ketersediaan sumber daya yang ada.

Hal ini akan menguntungkan perusahaan/organisasi agar dapat menghadapi kendala keterlambatan waktu yang telah direncanakan. Pemerataan sumber daya atau *resource leveling* dianggap sebagai salah satu elemen kunci dalam pengelolaan sumber daya dalam organisasi.

Saat melakukan perencanaan proyek, perusahaan akan berusaha menjadwalkan tugas-tugas tertentu secara bersamaan. Bila sumber daya seperti tenaga kerja atau pun mesin yang dibutuhkan lebih banyak daripada yang tersedia, atau mungkin tenaga kerja tertentu dibutuhkan dalam kedua tugas tersebut, tugas harus dijadwal ulang secara bersamaan atau bahkan secara berurutan untuk mengatasi kendala tersebut. Penyesuaian sumber daya dalam perencanaan proyek adalah cara untuk mengatasi

konflik ini. Hal ini juga dapat digunakan untuk menyeimbangkan beban kerja sumber daya tenaga kerja selama proyek berlangsung, biasanya dengan mengorbankan salah satu dari tiga kendala tradisional (waktu, biaya, cakupan).

#### **2.4.2 Pemerataan Sumber Daya**

Pemerataan sumber daya membantu sebuah perusahaan untuk memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara maksimal. Gagasan di balik pemerataan sumber daya adalah mengurangi pemborosan sumber daya, untuk menghentikan alokasi sumber daya secara berlebihan. Manajer proyek akan mengidentifikasi waktu yang tidak terpakai oleh sumber daya dan akan mengambil tindakan untuk mencegah atau pun malah memanfaatkannya.

Dengan adanya permasalahan pada sumber daya, ada banyak kerugian yang diderita oleh perusahaan, seperti:

1. Kesulitan dalam menempatkan sumber daya yang berbeda
2. Kesulitan dalam menghapus pekerjaan tertentu
3. Kesulitan dalam menambah pekerjaan tertentu
4. Secara keseluruhan penundaan akan membengkakan anggaran proyek

### **2.5 Microsoft Project**

#### **2.5.1 Keterkaitan siklus hidup proyek dengan Microsoft Project**

Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi sehingga diperlukan suatu yang dapat membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi agar dapat menghasilkan suatu data yang akurat. Keunggulan aplikasi Microsoft Project adalah kemampuannya untuk menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian, dan pengendalian waktu serta biaya yang akan mengubah *input* data menjadi sebuah *output* data sesuai dengan tujuannya.

Pengertian Microsoft Project adalah suatu manajemen proyek perangkat lunak, program yang dikembangkan dan dijual oleh Microsoft yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya

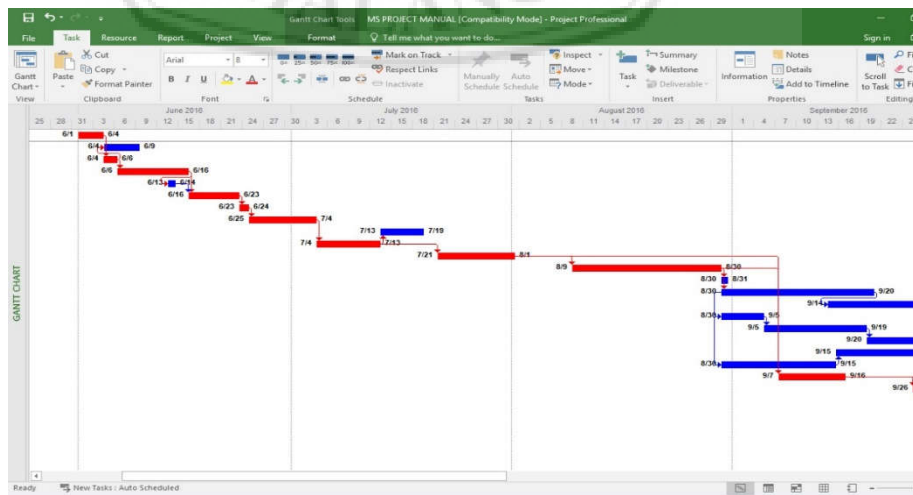
untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja.

Microsoft Project memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Sehingga akan didapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek. Dan juga akan lebih produktif dengan mengintegrasikan program-program Microsoft Office yang familiar, membuat pelaporan yang kuat, perencanaan yang terkendali dan sarana yang fleksibel.

Microsoft Project merupakan alat pengelolaan proyek yang *powerfull*. Microsoft Project sepintas merupakan gabungan antara *spreadsheet* grafik dan *database*. Microsoft Project sendiri memiliki beberapa versi yang digunakan saat ini, baik itu versi 2000, 2002, 2007, 2010, 2013, dan versi yang paling baru yaitu versi 2016.

## 2.6 Gantt Chart atau Bar Chart

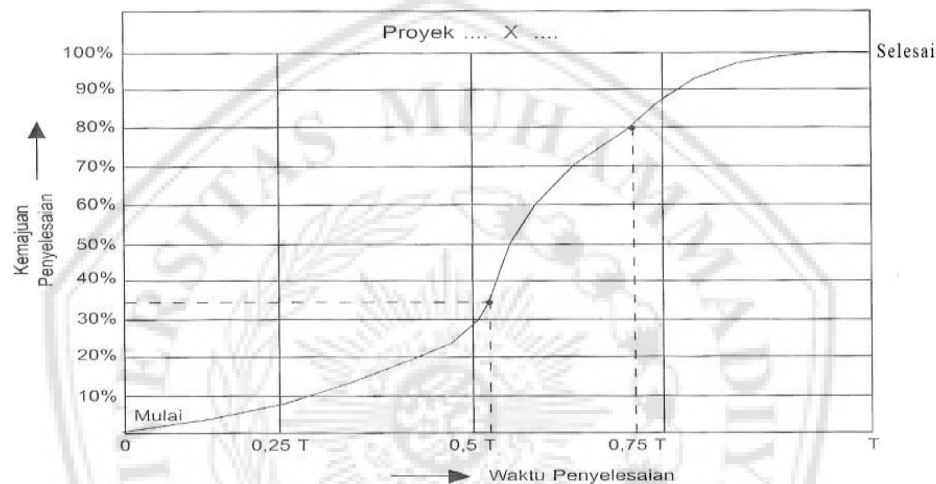
*Bargraph schedule* atau di Indonesia biasa disebut diagram balok atau *Bar Chart* adalah jadwal yang paling banyak digunakan karena mudah dibuat dan dimengertioleh pembacanya. Masing-masing garis menunjukkan awal sampai dengan akhir waktu penyelesaian suatu pekerjaan dari serangkaian pekerjaan yang ada di suatu proyek.



**Gambar 2.7.** Gantt Chart atau Bar Chart pada Microsoft Project Professional 2016  
 Sumber : hasil analisis pengolahan data peneliti

Karena pembuatan dan penampilan informasinya sederhana dan hanya menyampaikan dimensi waktu dari masing-masing kegiatannya, maka *bar chart* lebih tepat menjadi alat komunikasi untuk melukiskan kemajuan pelaksanaan proyek kepada manajemen senior.

## 2.7 Grafik Kurva S



**Gambar 2.8.** Hannum Curve atau “ S “ Curve  
 Sumber : Ir. Mahendra Sultan syah, 2004:90

Grafik ini dikembangkan oleh Jendral Waren Hannum, perwira Zeni dari Amerika Serikat, atas pengamatan proyeknya mulai dari permulaan sampai dengan selesainya proyek yang bersangkutan.

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan komulatif *progress* pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan (*actual*) progress pekerjaan dari setiap kegiatan. Dengan kurva S dapat diketahui progress pada setiap waktu, progress tersebut dapat berupa rencana dan pelaksanaan (*actual*).

## 2.8 Kondisi Eksisting Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Hotel NEO merupakan salah satu Hotel besar di Indonesia. Hotel ini pun memiliki banyak cabang di beberapa Kota di Indonesia.

Termasuk di Kota Batu, yang merupakan salah satu Kota pariwisata terbaik di Jawa Timur. Adapun proyek yang akan ditinjau pada studi ini ialah Hotel NEO Batu yang berada di Jl. Abdul Gani Atas. Proyek ini di mulai pada bulan Januari 2017, hingga mei 2018 telah mencapai 80-90%. Pada mulanya proyek ini direncanakan selesei pada akhir bulan pebruari 2018, namun satu dan lain hal proyek ini mengalami keterlambatan.

Berikut ini adalah data proyek pembangunan hotel NEO Batu:

1. Pemberi Tugas

Archipelago International adalah sebuah perusahaan penyedia layanan jasa hotel dan sanggraloka terkemuka di Indonesia yang didirikan pada tahun 1997 dan berkantor pusat di Jakarta, Indonesia.

2. Kontraktor (Pelaksana Pekerjaan)

PT. Goldenindo Lestari adalah kontraktor yang disertai tugas melaksanakan pekerjaan pembangunan sesuai dengan perjanjian pemborongan.

3. Konsultan Perencana

Pekerjaan perencanaan yang dikerjakan oleh konsultan perencana yaitu CV. Videshiiya yang berlokasi di kompleks Bukit Damai Indah Blok E no. 51 Batu, Malang.